

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 668 596 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
23.04.1997 Bulletin 1997/17

(51) Int Cl.⁶: H01F 17/06, H01F 41/08

(21) Numéro de dépôt: 95400122.8

(22) Date de dépôt: 20.01.1995

(54) **Procédé de fabrication d'un bobinage sur un circuit magnétique torique**
Herstellungsverfahren für eine Spule auf einem toroidalen Magnetkreis
Method of making a bobbin on a toroidal magnetic circuit

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU NL PT
SE

• Deon, Roger
F-10440 Torvilliers (FR)

(30) Priorité: 16.02.1994 FR 9401772

(74) Mandataire: Obolensky, Michel et al
c/o CABINET LAVOIX
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)

(43) Date de publication de la demande:
23.08.1995 Bulletin 1995/34

(73) Titulaire: MECAGIS
F-45200 Montargis (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 566 303 WO-A-87/04559
US-A- 1 994 534

(72) Inventeurs:
• Raholijaona, Rouelle
F-45700 Villemandeur (FR)
• Colombel, Luc
F-91540 Mennecy (FR)

• PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6 no. 215
(E-138) [1093], 28 Octobre 1982 & JP-A-57
120314 (HITACHI DENSEN K.K.) 27 Juillet 1982,

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne la fabrication d'un bobinage sur un circuit magnétique torique comportant un entrefer.

De nombreux appareillages électriques comportent un bobinage entourant un circuit magnétique torique ayant un entrefer. Ce sont notamment les capteurs de courant à effet Hall à flux nul, les self-inductances, les transformateurs avec entrefer.

Pour réaliser ces bobinages on utilise une navette chargée préalablement de fil conducteur que l'on fait tourner autour du circuit magnétique à bobines de façon à déposer, à chaque tour, une spire sur le circuit magnétique.

Cette technique présente plusieurs inconvénients. En particulier, le fil conducteur subit des tensions importantes, ce qui nécessite d'utiliser un fil conducteur revêtu d'une couche isolante relativement épaisse de sorte que, à nombre de spires égal, il y a augmentation de l'encombrement du bobinage entraînant une limitation du nombre maximum possible de spires pour un circuit magnétique de taille donnée. De plus, avec cette technique connue, le contrôle précis du nombre de spires, de la répartition des spires et de la longueur de fil utilisé est difficile, ce qui limite la précision que l'on peut obtenir sur les caractéristiques électriques de l'appareil ainsi obtenu. En particulier avec cette technique, il est impossible de réaliser une bobine de diamètre extérieur constant. On est obligé de réaliser plus de spires dans la partie centrale qu'aux extrémités. Il en résulte que pour un nombre de spires donné, le diamètre maximal de la bobine est très supérieur au diamètre extérieur d'une bobine cylindrique équivalente. Enfin, cette technique est relativement coûteuse.

On connaît d'après WO-A-87/04559, un procédé de fabrication de bobinages toroidaux sur des circuits magnétiques toriques dans lequel on réalise un bobinage linéaire en enroulant autour d'un mandrin, un fil conducteur.

On engage le bobinage sur un circuit magnétique comprenant un entrefer ouvert et on referme l'entrefer en rapprochant les lèvres par déformation dans le plan du noyau.

EP-A-0 566 303 décrit une bobine de déviation et son procédé de fabrication selon lequel on imprègne un enroulement d'une résine thermoplastique qui est chauffée pour faciliter l'imprégnation, ladite imprégnation étant réalisée après bobinage.

Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé de fabrication de bobinages sur un circuit magnétique torique comportant un entrefer, plus compacts, plus précis et moins onéreux que les bobinages obtenus par l'art antérieur.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un bobinage sur un circuit magnétique torique, selon lequel on réalise un bobinage linéaire en

enroulant autour d'un mandrin cylindrique un fil conducteur enduit d'un vernis thermoadhérent, on effectue un chauffage dudit fil conducteur entre 140° et 160°C, pour ouvrir le circuit magnétique comportant un entrefer, on écarte les lèvres de l'entrefer, dans une direction perpendiculaire au plan du circuit magnétique torique, on retire le bobinage linéaire du mandrin cylindrique, on effectue un chauffage du bobinage linéaire pour le rendre souple, on enfle le bobinage linéaire sur le circuit magnétique torique ouvert, on referme le circuit magnétique torique et on laisse refroidir l'ensemble.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- on chauffe le circuit magnétique torique pour le porter à une température voisine de la température de chauffage de la bobine linéaire.

Le vernis thermoadhérent est par exemple du polyuréthane modifié avec du polyester et recouvert d'une couche de polyamine (conformément aux normes NFC 31.622 et CEI 55-1 et CEI 55-2) et la température de réchauffage du bobinage linéaire est comprise entre 140° et 160° pour un fil de classe F (norme NFC 31.461).

Dans l'exemple décrit, le bobinage linéaire peut être réalisé avec un fil de cuivre grade 1, classe F de 0,18 mm à 0,25 mm de diamètre. Par exemple le circuit magnétique torique est réalisé en alliage de fer-nickel doux contenant environ 80% de nickel.

L'invention va maintenant être décrite plus en détail en regard des figures annexées dans lesquelles:

- la figure 1 représente schématiquement un noyau magnétique torique avec entrefer muni d'un bobinage ;
- la figure 2 représente un bobinage cylindrique sur un mandrin rectiligne ;
- la figure 3 représente schématiquement la mise en place d'un bobinage sur un noyau magnétique torique avec entrefer.

Pour réaliser un circuit électrique d'un enroulement autour d'un noyau magnétique torique avec entrefer, utilisé notamment pour la fabrication de capteurs de courant à effet Hall à flux nul tels que ceux décrits dans la demande de brevet française n° 93 03 612, on prend un noyau magnétique torique avec entrefer 1, constitué d'une tige de diamètre ϕ en alliage de fer-nickel doux contenant environ 80% de nickel. Le noyau magnétique torique avec entrefer 1 est un anneau circulaire coupé en un point, la coupure constituant un entrefer 2 de largeur e. Autour du noyau magnétique torique avec entrefer 1, est disposé un bobinage 4 constitué de fils conducteurs d'électricité enroulés. Les fils conducteurs sont des fils de cuivre revêtus d'un vernis isolant thermoadhérent conforme aux normes NFC 31.622, CEI 55-1 et 55-2, le vernis est un polyuréthane modifié avec du polyester et recouvert d'une couche de polyamine. Le bo-

binage a une longueur développée L inférieure à la longueur développée du noyau magnétique torique et un diamètre intérieur $\varnothing + \Delta\varnothing$ légèrement supérieur au diamètre \varnothing de la tige constituant le noyau torique.

Pour fabriquer le bobinage, on réalise de façon connue un bobinage cylindrique 4 en enroulant le fil conducteur autour d'un mandrin cylindrique 5 de diamètre $\phi + \Delta\phi$ en répartissant les spires en fonction de l'application envisagée et l'on provoque l'adhérence des spires les unes aux autres par un chauffage entre 140° et 160°C.

Ce chauffage provoque également une polymérisation de l'ensemble. On obtient ainsi un bloc mécaniquement homogène et rigide dont les caractéristiques géométriques et électriques sont bien maîtrisées.

Lorsque le bobinage cylindrique 4 est terminé, on peut le contrôler avec précision de façon connue.

Puis on enfle le bobinage 4 sur le noyau 1. Pour cela, on écarte les extrémités des lèvres 6 et 7 perpendiculairement au plan du noyau (flèches 8 et 9), on chauffe le bobinage 4 et/ou le noyau 1 soit par effet joule soit par une source de chaleur quelconque pour ramollir le vernis et donner une certaine souplesse et l'on enfle le bobinage 4 sur le noyau 1 suivant la flèche 10. Puis on remet les lèvres 6 et 7 de l'entrefer du noyau 1 en position l'une en face de l'autre et on laisse refroidir l'ensemble.

Le fait de réaliser un bobinage cylindrique permet de contrôler avec une très grande précision le nombre de spires, la longueur de fil, la répartition du nombre de spires par unité de longueur, ce qui permet d'obtenir avec une très bonne précision un bobinage ayant des caractéristiques électriques déterminées.

Ce procédé suppose simplement que la déformation du noyau pour permettre l'enfilage du bobinage ne modifie pas les propriétés magnétiques du noyau. C'est le cas pour les noyaux en alliage magnétique Fe Ni et notamment celui pris en exemple.

Ce procédé présente l'avantage de permettre de fabriquer des bobinages qui, à propriétés électriques identiques, sont sensiblement moins volumineux que les bobinages obtenus par l'art antérieur. Cela provient de ce que, dans l'art antérieur, l'enroulement du fil conducteur autour d'un tore provoque une tension importante du fil, ce qui nécessite une couche de vernis de protection très épaisse (fils de grade 2), alors que la technique selon l'invention se fait sans torsion du fil, ce qui permet d'utiliser des fils ayant une couche de vernis beaucoup plus mince (fils de grade 1).

Un fil de grade n est protégé par n couches de vernis.

De plus, avec la technique de l'art antérieur il est impossible de réaliser un bobinage torique de diamètre constant avec un fil de diamètre inférieur à 0,4 mm.

A titre d'exemple on a réalisé, à volume constant, un bobinage de 2500 spires avec un fil dont le diamètre du cuivre était de 0,25 mm, alors que par l'art antérieur on devait utiliser un fil dont le diamètre du cuivre était

de 0,225 mm. Il en a résulté une réduction de la résistance électrique.

D'une façon générale, avec la technique objet de l'invention, on a réalisé avec des fils de diamètre inférieur à 0,5 mm des bobines toriques à spires jointives parfaitement rangées, dont les flancs d'extrémité sont perpendiculaires à la ligne moyenne du bobinage.

Par rapport à l'art antérieur, ceci permet de mieux contrôler les différents paramètres géométriques et donc électriques du bobinage (résistance, capacité entre spires) et de mieux positionner le bobinage par rapport à l'entrefer du noyau ($\pm 0,1$ mm au lieu de ± 3 mm).

Enfin, en soudant les lèvres de l'entrefer par soudage sans métal d'apport, par exemple par soudage TIG ou laser, on peut réaliser des bobinages toriques très précis sur des noyaux sans entrefer.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un bobinage sur un circuit magnétique torique (1), selon lequel on réalise un bobinage linéaire (4) en enroulant autour d'un mandrin cylindrique (5) un fil conducteur enduit d'un vernis thermoadhérent, on effectue un chauffage dudit fil conducteur entre 140° et 160°C, pour ouvrir le circuit magnétique comportant un entrefer (2), on écarte les lèvres de l'entrefer (2), dans une direction perpendiculaire au plan du circuit magnétique torique (1), on retire le bobinage linéaire (4) du mandrin cylindrique (5), on effectue un chauffage du bobinage linéaire (4) pour le rendre souple, on enfle le bobinage linéaire sur le circuit magnétique torique (1) ouvert, on referme le circuit magnétique torique et on laisse refroidir l'ensemble.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on chauffe le circuit magnétique torique (1) pour le porter à une température voisine de la température de chauffage du bobinage linéaire (4).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le vernis thermoadhérent est un polyuréthane modifié avec du polyester et une couche de polyamine.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la température de réchauffage du bobinage linéaire est comprise entre 140° et 160° pour un fil de classe F.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le bobinage est réalisé avec un fil de cuivre grade 1, classe F de 0,18 à 0,25 mm de diamètre.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le circuit magnétique

est réalisé en un alliage de fer-nickel.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'en refermant le circuit magnétique torique on laisse subsister un entrefer pour obtenir un bobinage sur circuit torique comprenant un entrefer.
8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'en refermant le circuit magnétique torique on soude les lèvres de l'entrefer entre elles pour obtenir un bobinage sur circuit torique sans entrefer.
9. Bobinage sur noyau magnétique torique à spires jointives, caractérisé en ce qu'il est réalisé par le procédé suivant l'une des revendications 1 à 8.

Claims

1. Method of manufacturing a winding on a toroidal magnetic circuit (1) according to which a linear winding (4) is produced by winding about a cylindrical mandrel (5) a conductor wire covered by a thermoadherent varnish, heating of the said conductor is carried out at between 140°C and 160°C, in order to open the magnetic circuit comprising an air-gap (2), the lips of the air-gap (2) are moved apart in a direction perpendicular to the plane of the toroidal magnetic circuit (1), the linear winding (4) is withdrawn from the cylindrical mandrel (5), heating is effected of the linear winding (4) in order to render it flexible, the linear winding is wound on to the open toroidal magnetic circuit (1), the toroidal magnetic circuit is again closed, and the assembly is allowed to cool.
2. Method according to claim 1, characterised in that the toroidal magnetic circuit (1) is heated in order to bring it to a temperature adjacent to the heating temperature of the linear winding (4).
3. Method according to one of claims 1 and 2, characterised in that the thermoadherent varnish is a polyurethane modified with polyester and a layer of polyamine.
4. Method according to claim 3, characterised in that the heating temperature of the linear winding is comprised between 140°C and 160°C for a wire of class F.
5. Method according to any one of claims 1 to 4, characterised in that the winding is produced with a grade 1 wire of class F with a diameter of 0.18 to 0.25 mm.

6. Method according to any one of claims 1 to 5, characterised in that the magnetic circuit is made of a ferronickel alloy.

7. Method according to any one of claims 1 to 6, characterised in that, when closing the toroidal magnetic circuit, an air-gap is permitted in order to obtain a winding on a toroidal circuit comprising an air-gap.
8. Method according to any one of claims 1 to 6, characterised in that, when closing the toroidal magnetic circuit, the lips of the air-gap are soldered in order to obtain a winding on a toroidal circuit without an air-gap.
9. Winding on a toroidal magnetic core with contiguous convolutions, characterised in that it is produced by the method according to one of claims 1 to 8.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Spule auf einem torischen Magnetkreis (1), bei dem man eine lineare Spule (4) durch Wickeln eines Leiterdrahtes, der mit einem thermoadhäsiven Harz bestrichen ist, um einen zylindrischen Dorn (5) herum, herstellt, den Leiterdraht auf zwischen 140 und 160°C erwärmt, zum Öffnen des Magnetkreises, der einen Luftspalt (2) aufweist, die Lippen des Luftspalts (2) in Richtung senkrecht zur Ebene des torischen Magnetkreises (1) trennt, die lineare Spule (4) vom zylindrischen Dorn (5) abzieht, die lineare Spule (4) zur Erweichung erwärmt, die lineare Spule auf den offenen torischen Magnetkreis (1) aufschiebt, den torischen Magnetkreis wieder schließt und die Anordnung abkühlen läßt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der torische Magnetkreis (1) erwärmt wird auf eine Temperatur in der Nähe der Erwärmungstemperatur der linearen Spule (4).
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoadhäsive Harz ein Polyurethan, das mit Polyester modifiziert ist, und eine Lage Polyamin ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur der Erwärmung der linearen Spule zwischen 140 und 160°C für einen Draht der Klasse F ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule aus einem Kupferdraht des ersten Grades, Klasse F, von 0,18 bis 0,25 mm Durchmesser hergestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetkreis hergestellt wird aus einer Eisen-Nickel-Legierung.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß beim Schließen des torischen Magnetkreises ein Luftspalt zurückgelassen wird, damit eine Spule auf einem torischen Kreis mit Luftspalt erhalten wird. 5
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß beim Schließen des torischen Magnetkreises die Lippen des Luftspaltes miteinander verschweißt werden, damit eine Spule auf einem torischen Kreis ohne Luftspalt erhalten wird. 10 15
9. Spule aus einem torischen magnetischen Kern mit gegeneinander anliegenden Wicklungen, dadurch gekennzeichnet, daß sie hergestellt ist nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8. 20

25

30

35

40

45

50

55

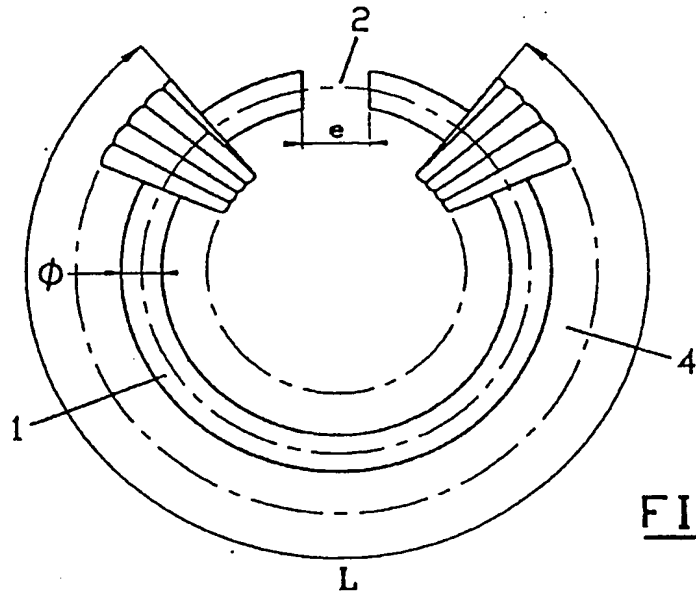


FIG.1

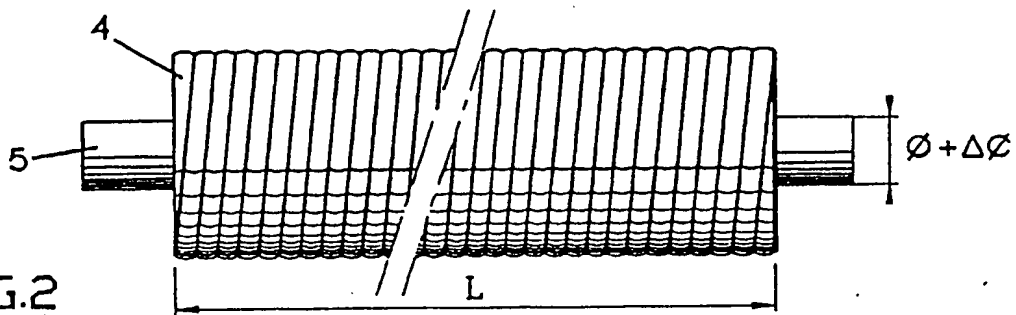


FIG.2

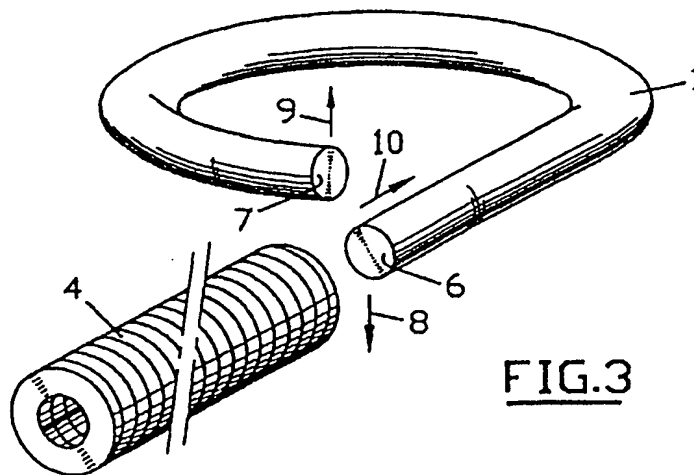


FIG.3